

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Gehrig, Wilhelm

Bewegung von festen Stoffen im fließenden Wasser

Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103223>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Gehrig, Wilhelm (1954): Bewegung von festen Stoffen im fließenden Wasser. In: Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau 3. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 51-53.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



genügend Beobachtungen bezüglich des Flussregimes und der Sedimentation vorliegen. An der Abzweigung des Canal de Jonage (Rhône) hat sich die Ausbildung von massiven Schwellen, deren Form beschrieben wird, bewährt.

Über eingehende Untersuchungen am Podelta seit 1929 berichten Visentini, Buongiorno und Vezzani, Italien. Es wurden Untersuchungen angestellt über den Verlauf der Tide, die Verteilung der Wasser- und Feststoffführung in den einzelnen Flussarmen, sowie die physikalisch-chemischen Zusammenhänge beim Zusammentreffen von Süß- und Salzwasser. Die benutzten Einrichtungen und Messmethoden im Vergleich mit anderen Ländern werden erörtert. In Tabellenform werden die bisherigen Ergebnisse der Sedimentmessungen mitgeteilt. Zugleich wird durch einen Vergleich der durch Auswertung der Messergebnisse einer "neuen" Methode (Entnahme mittels einer Pumpe über die ganze Tiefe) ermittelten Feststoffmengen mit den Ergebnissen der "alten" Methode (Entnahme mit Flasche in einer bestimmten Tiefe) auf die möglichen Fehler (bis - 58 % bei der alten Methode) hingewiesen. Ein Vergleich der in gleicher Tiefe nach neuer und alter Methode entnommenen Feststoffmengen, ergab dagegen Unterschiede von + 18 bis - 16 %. Auch bei den Messungen im Podelta wurde festgestellt, dass die Geschiebebewegung an der Sohle nur gering ist.

Auf die zu den Mitteilungen der Abt. I Binnenschifffahrt sowie zu den Fragen und Mitteilungen der Abt. II Seeschifffahrt eingesandten Berichte soll im nächsten Heft eingegangen werden.

Niebuhr

Bewegung von festen Stoffen im fließenden Wasser.

Die Verhandlungen des internationalen Hydraulikkongresses 1953 in Minneapolis (Minnesota, U.S.A.) behandeln in ihrem ersten Teil die für den praktischen Wasserbau und für das wasserbauliche Versuchswesen wichtige Frage der Bewegung der festen Stoffe in fließendem Wasser. Dabei ragen besonders die Aufsätze von A.T. Ippen und R.P. Verma, U.S.A., "Bewegung von kleinen Teilchen ent-

lang der Sohle in der turbulenten Strömung" und L.J. Tison, Belgien, "Untersuchungen über die Grenzschleppspannung der festen Teilchen der Sohle" wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung heraus.

Beide Aufsätze lehnen sich an die Arbeiten über die Turbulenz von Prandtl, v.Karman und Nikuradse an. Die Arbeiten über die Bewegung des Geschiebes von Kramer, Casey, Shields und White werden als Vergleichs- und Diskussionsgrundlage mit herangezogen. Die Zusammenhänge werden in Beziehung zu einer dimensionslosen Grösse, nämlich der reduzierten Reynolds'schen Zahl Re_* dargestellt.

$Re_* = \frac{u_* d}{\nu}$ (d = Korndurchmesser, ν = kinematische Zähigkeit, u_* = Schubspannungsgeschwindigkeit = $\sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$, τ = Schubspannung, ρ = Dichte der Flüssigkeit).

Die Untersuchungen von Ippen und Verma haben das hauptsächliche Ziel, die Faktoren, die bei der Geschiebebewegung mitwirken, auf die kleinste Anzahl zu beschränken, die genau überblickt und systematisch und unabhängig voneinander variiert werden konnten. Die Untersuchungen wurden in einem rechteckigen Kanal ausgeführt. Als Modellgeschiebe wurden Kugeln von verschiedener Grösse und verschiedenem spezifischem Gewicht verwendet. Die Sohle des Kanals war gleichmässig mit Sand überzogen. Durch Veränderung des Rinnengefälles konnten für alle Versuche gleichförmige Abflussbedingungen geschaffen werden.

Bei diesen Untersuchungen hat sich dann gezeigt, dass die Bett-
rauhigkeit durch eine wirksame Rauigkeit, wie sie aus dem Karman'schen logarithmischen Gesetz abgeleitet ist, eher berechnet werden kann als durch den Korndurchmesser, weil Unregelmässigkeiten in der Verteilung sie beeinflussen. Die Schleppkraftformel von Shields wurde überprüft und für den Fall als unzureichend befunden, bei dem das Geschiebe und die Sohle verschieden zusammengesetzt waren. Für den Bereich der Messergebnisse wurde eine neue Schleppkraftformel abgeleitet.

Im zweiten Aufsatz greift Tison besonders die Untersuchungen und Ergebnisse von Shields und White auf. Sie gelten der Bestimmung der Schleppspannung τ_0 , bei der das Geschiebe in Bewegung gerät. White hat aus theoretischen Überlegungen heraus für τ_0 folgende Formel aufgestellt:

$$\tau_0 = 0,18 (\gamma_1 - \gamma) d \operatorname{tg} \psi$$

γ_1 = spez. Gewicht d. Korns, γ = spez. Gewicht der Flüssigkeit,
 d = Durchmesser d. Korns, ψ = natürl. Böschungswinkel im Wasser.

Tison untersucht nun die Anwendung dieser Formel. Er findet, dass die nach der White'schen Formel berechneten Werte noch durch einen Faktor dividiert werden müssen. Er nennt ihn Turbulenzkoeffizient. Für die reduzierte Reynold'sche Zahl $R_{e*} < 3,5$ liegt der Turbulenzkoeffizient zwischen 2,46 und 6. Bei $R_{e*} > 3,5$ bewegt er sich zwischen 4 und 7. Allerdings ist hierbei zu bemerken, dass für R_{e*} zwischen 3,5 und 70 die Spannungen z.T. proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit, zum anderen Teil aber direkt proportional der Geschwindigkeit sind. Es liegt hier ein Übergangsbereich vor, der sich auch in anderer Weise z.B. durch die Bildung von Riffeln heraushebt. Für R_{e*} -Werte über 70 wird nach White der Turbulenzkoeffizient = 4. Die auf die Sohle ausgeübte Schubspannung wird im allgemeinen aus $\gamma \cdot R \cdot i$ berechnet. (γ = spez. Gew. d. Flüssigkeit, R = hydraul. Radius, i = Gefälle). Diese Art der Berechnung von τ ergibt aber oft ungenaue Werte, da die Einflüsse der Gerinneform auf die Geschwindigkeitsverteilung nicht berücksichtigt werden. Man berechnet besser τ aus $u_* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$. Der Wert u ergibt sich aus einer Geschwindigkeitsmessung oder, wenn eine solche nicht vorhanden ist, nach der bekannten Prandtl'schen Geschwindigkeitsverteilung $v = u_* (5,5 + 5,75 \log. \frac{u_* \cdot y}{\nu})$.

Die Richtung der Versuchsergebnisse, die in den beiden Aufsätzen angeführt wurden, hat bewiesen, dass die Überlegungen und Versuchsmethoden zu umfangreicheren Studien erweiterungsfähig sind und auf diese Weise zu einer rationaleren Analyse des Geschiebeproblemles führen können.

(Nach Ippen und Verma: "The Motion of Discrete Particles Along the Bed of a Turbulent Stream" und Tison: "Studies of the Critical Tractive Force for the Entrainment of Bed Materials". - Proceedings of the Minnesota International Hydraulics Convention, Minneapolis, USA, 1953).

Gehrig